

中国沿海省区海洋环境效率测度及空间效应研究

——基于 Super-SBM 和空间杜宾模型

张然 邹卓 陈东景 曹雅慧¹

(青岛大学 经济学院, 山东 青岛 266100)

【摘要】: 通过考虑非期望产出的 Super-SBM 模型测度我国沿海地区 2006—2018 年海洋环境效率, 结合空间杜宾模型进一步分析影响因素及空间效应。结果表明: (1) 不考虑非期望产出的海洋环境效率明显大于将非期望产出考虑在内的海洋环境效率值。(2) 海洋环境效率在研究期内呈上升趋势, 长三角及珠三角地区环境效率较高且增速快, 环渤海及北部湾地区较低且增速慢。(3) 空间上从“以中、低效为主”的分布特征转化为“环渤海经济区围绕天津, 长三角经济区围绕上海、江苏, 泛珠三角经济区围绕广东”的三极空间分布格局。(4) 海洋环境效率具有负向空间溢出性, 海洋科技投入、海洋科研水平和港口活跃度显著抑制了省内海洋环境效率, 对邻省有显著促进作用, 海洋经济规模显著提高了省内海洋环境效率。

【关键词】: 海洋环境效率 Super-SBM 空间杜宾模型 空间效应

【中图分类号】: X196; F205; F062.2 **【文献标识码】:** A **【文章编号】:** 1671-4407(2022)09-152-08

随着海洋资源开发技术的不断发展完善, 海洋经济在国家经济中的作用日益凸显。党的十九大报告提出, 要“坚持海陆统筹, 加快建设成为海洋强国”^[1], 重点发展海洋经济, 进一步增强海洋资源开发实力, 并积极推进海洋资源的合理开发利用和海洋生态环境的保障工作。海洋经济的增长伴随着环境问题频发, 海洋经济的粗放增长模式等问题导致海洋资源的过度开发、废物排放超标和海洋生态系统的恶化, 可能会成为建设海洋发展强国的瓶颈和短板。因此, 合理测度海洋环境效率, 并探究影响因素, 有助于识别提升海洋环境效率的最优路径, 平衡海洋经济发展和海洋环境保护。

环境效率是评价经济发展与环境保护协调程度的重要工具^[2], 自 20 世纪 90 年代由 Schaltegger & Sturm^[3]提出至今, 相关研究持续渗透到各个领域。海洋环境效率^[3]可以衡量海洋经济发展与海洋环境间的协调度, 是度量各项海洋生产活动中资源开发程度、投入产出比例和生产模式是否优化的综合评价指标, 资源利用水平、投入与产出效果、污染排放量和经济—环境协调度等因素都会影响效率值大小。从研究对象看, 国内外对海洋的研究主要围绕海洋整体或某一产业部门的经济效率展开, 如 Ren 等^[4]基于 GML 模型评价中国海洋经济全要素生产率, 并据此提出政策建议; 曹乃刚等^[5]从不同维度建立 RESSIC 框架基于 TOPSIS 模型对 2006—2017 年我国海洋经济发展质量进行时空演变特征评价, 在此基础上探究影响因素; 任传堂等^[6]对比分析福建省“产生—加工”两阶段渔业经济效率, 并据此研究渔业经济效率影响因素。从评价方法看, 以随机前沿分析(SFA)和数据包络分析(DEA)居多, 如盖美和聂晨^[7]采用三阶段 DEA 模型测算环渤海 17 个城市环境效率及其变化趋势, 据此提出建议; 王泽宇等^[8]基于超效率 SBM 模型测度海洋三次产业经济效率, 使用面板 Tobit 模型探究其影响因素; 邹玮等^[9]基于 Bootstrap 纠偏的 DEA 模型测度

¹作者简介: 张然, 博士, 副教授, 研究方向为人口、资源与环境。E-mail: Zhangran_12345@163.com

基金项目: 2020 年度青岛市社会科学规划研究项目“青岛市海洋主导产业高质量发展研究”(QDSKL2001066); 全国统计科学研究项目“高质量发展视角下海洋生态福利绩效测度与提升路径研究”(2020LY03)

2000—2012 年环渤海地区海洋经济效率，并探究其空间分布演化趋势。

综合现有研究可知，陆域环境效率定量分析成果丰富^[10,11,12,13,14,15]，针对海洋方面的研究主要围绕海洋整体或某一产业的经济效率展开^[16,17,18,19,20,21]，忽略了海洋资源环境的损耗。在梳理文献的基础上，本文创新点如下：采用熵值法构建非期望产出指数，结合 Super-SBM 模型测度沿海省份 2006—2018 年海洋环境效率，在此基础上构建地理与经济权重矩阵，通过空间杜宾模型进一步分析海洋环境效率的影响因素及空间效应，以期为我国海洋环境效率水平的提升提供科学依据。

1 研究方法与数据来源

1.1 考虑非期望产出的 Super-SBM 模型

当使用传统数据包络分析模型进行评价时，无法处理多个决策单元同时有效的情况。为使结果更精确，Tone^[22]提出了“Super-SBM”模型。海洋产业发展过程中伴随着各种非期望产出的排放，且不同地区的海洋环境效率可能同时有效（ $\rho=1$ ），因此，为更准确衡量各地海洋环境效率，使用包含非期望产出的 Super-SBM 模型，如公式（1）~（6）所示：

$$\begin{aligned} \min \rho^* &= \frac{1 + \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m \frac{s_i^-}{x_{ik}}}{1 - \frac{1}{q_1 + q_2} \left(\sum_{r=1}^{q_1} \frac{s_r^+}{y_{rk}} + \sum_{t=1}^{q_2} \frac{s_t^{b-}}{y_{tk}^b} \right)} \\ \text{s.t. } &\sum_{j=1, j \neq k}^n x_{ij} \lambda_j - s_i^- \leq x_{ik} \\ &\sum_{j=1, j \neq k}^n y_{rj} \lambda_j - s_r^+ \leq y_{rk} \\ &1 - \frac{1}{q_1 + q_2} \left(\sum_{r=1}^{q_1} \frac{s_r^+}{y_{rk}} + \sum_{t=1}^{q_2} \frac{s_t^{b-}}{y_{tk}^b} \right) > 0 \\ &\lambda_j, s_i^-, s_r^+ \geq 0 \\ &i = 1, 2, \dots, m; r = 1, 2, \dots, q_1; t = 1, 2, \dots, q_2; k = 1, 2, \dots, n; \\ &j = 1, 2, \dots, n (j \neq k) \end{aligned} \quad (1)$$

式中： ρ^* 为海洋环境超效率结果； x 、 y 分别为投入和产出变量； m 、 q_1 和 q_2 分别是投入、期望产出、非期望产出指标个数； i 、 r 和 t 分别是投入、期望产出和非期望产出的决策单元； s_i^- 、 s_r^+ 和 s_t^{b-} 分别是投入、期望产出和非期望产出变量的松弛变量； λ_j 是约束条件。 ρ^* 越大说明该地当年海洋环境效率越高，反之则越低。

1.2 空间计量模型构建

根据“地理学第一定律”，各地区不是孤立的，污染物通过大气、海水等方式向周边地区扩散，存在空间依赖性 or 空间异质性，使用传统回归模型探究海洋环境效率的影响因素忽略了区域间的空间溢出效应。空间杜宾模型（SDM）不仅考虑了海洋环境效率受当地解释变量的影响，还考虑了受邻省之后解释变量和滞后海洋环境效率的影响。建立如下空间杜宾模型并进行回归：

$$y_{it} = \rho W_{ij} y_{it} + x_{it} \beta + W_{ij} x_{it} \theta + \mu_i + \lambda_t + \varepsilon_{it} \quad (2)$$

式中：i 代表省份，t 代表年份； y_{it} 为被因变量， x_{it} 为自变量， $W_{ij}y_{it}$ 是因变量与权重矩阵的交互项， $W_{ij}x_{it}$ 是自变量与权重矩阵的交互项； ρ 为空间自回归系数， β 为自变量系数， θ 为空间滞后项的回归系数； μ_i 为个体固定效应， λ_t 为个体时间效应， ε_{it} 为随机误差项。

W_{ij} 为同时考虑地理与经济因素的权重矩阵，更加符合实际情况。地理距离权重矩阵 D_{ij} 由沿海两地距离的倒数平方构成，经济距离权重矩阵 E_{ij} 由沿海两地人均生产总值之差的绝对值倒数构成，空间权重矩阵为两者乘积，具体表示如下：

$$W_{ij} = D_{ij} \times E_{ij} \quad (3)$$

$$D_{ij} = \begin{cases} 0 & (i = j) \\ \frac{1}{d^2} & (i \neq j) \end{cases} \quad E_{ij} = \begin{cases} 0 & (i = j) \\ \frac{1}{|\bar{Y}_i - \bar{Y}_j|} & (i \neq j) \end{cases}$$

1.3 空间自相关检验

空间自相关可以显示地理单元间的集聚特征，采用全局 Moran' sI 指数验证沿海地区海洋环境效率的全局空间相关性，局部 Moran' sI 可以显示地理单元之间自相关程度，全局和局部 Moran' sI 公式为：

$$\text{Moran's I} = \frac{n \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n W_{ij} (X_i - \bar{X})(X_j - \bar{X})}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n W_{ij} (X_i - \bar{X})^2} \quad (4)$$

$$\text{Local Moran's I} = \frac{n(X_i - \bar{X}) \sum_{j=1}^n W_{ij} (X_j - \bar{X})}{\sum_{j=1}^n (X_j - \bar{X})^2} \quad (5)$$

Moran' sI 取值范围是 $[-1, 1]$ ，等于 0 表示海洋环境效率无空间自相关性；显著大于 0 时，说明海洋环境效率具有空间正自相关性；当 Moran' sI 显著小于 0 时，表示具有空间负自相关性。局部 Moran' sI 散点图可以反映各地海洋环境效率空间集聚特征，划分为四个象限，分别代表高-高（HH）集聚、低-高（LH）集聚、高-低（HL）集聚和低-低（LL）集聚的空间集聚特征。

1.4 变量选择与数据来源

1.4.1 投入和产出指标

（1）投入指标。海洋环境是海洋经济活动的载体，环境效率的高低与海洋经济投入产出密不可分。在经济学研究中，劳动力、资本以及土地是常用的投入指标，结合海洋方面数据，选取以下投入要素：①劳动力投入，选取沿海 11 省份“涉海就业人数”表示，其中 2017—2018 年数据因统计年鉴统计口径变化导致缺失，通过近三年涉海就业人数占当地就业总人数比重平均值，乘以相应年份当地就业总人数得出缺失值。②资本投入，用“海洋经济资本存量”表示，海洋经济资本存量=(GDP/沿海地区 GDP)×沿海地区资本存量^[23]，参考张军和章元^[24]的永续盘存法以 2006 年为基期估算各地实际资本存量。③资源投入，由于缺少

海洋方面资源消耗数据，根据数据可获得性，选取全省能源消耗总量乘以海洋产值比例得到。

(2) 产出指标。①期望产出为各地海洋生产总值 GDP。②非期望产出选取全国各地海洋工业废水排放量、海洋工业二氧化硫排放量和海洋工业固体废物产生量采用熵值法加权确定，同样通过全省数据乘以海洋生产总值比例得到。其中，部分省份 2018 年工业废水排放量数据缺失，通过近三年工业废水排放量使用 forecast 函数预测得到。

1.4.2 影响因素选取

参考孙鹏和宋琳芳^[25]选取海洋科技投入 (TI)、海洋科研发展水平 (RDL)、对外开放度 (FDI)、港口活跃度 (PA)、海洋经济规模 (GOP)、海洋产业结构 (SC)、地区经济发展水平 (EDL)、海洋环境规制力度 (ER) 7 个方面解释变量，对非比重类指标取对数处理，因变量选取的是各省份海洋环境 Super-SBM 模型结果。

1.4.3 数据来源

根据《中国海洋统计年鉴》统计口径，本文研究对象是我国 11 个沿海省区，研究期间为 2006—2018 年。所有数据均来源于《中国海洋统计年鉴》《中国统计年鉴》《中国环境统计年鉴》《中国能源统计年鉴》和国家统计局以及各省份的统计年鉴。

2 结果与分析

2.1 不考虑与考虑非期望产出超效率模型结果对比分析

使用 MaxDEA8 软件^[26]分别计算考虑和不考虑非期望产出的 Super-SBM 模型海洋环境效率值。

不考虑非期望产出的海洋环境效率明显大于将非期望产出考虑在内的海洋环境效率值，但差距逐渐缩小。如 2006 年不考虑与考虑了非期望产出的全国环境效率均值分别为 0.448 和 0.335;2018 年不考虑非期望产出的模型中，有 6 个地区 (天津、上海、江苏、浙江、福建、广东) 处于高效率水平，而引入非期望产出后高效率水平地区 (上海、江苏、广东) 数下降为 3 个。对比结果可以看出，只考虑期望产出而忽视海洋生产活动中产生的对环境有负面影响的非期望产出实际上高估了效率水平，各地区对海洋环境重视程度逐年增加并采取相应减排措施使得非期望产出呈下降趋势。因此，将各种非期望产出纳入模型对效率水平的测算是十分必要的。

2.2 我国海洋环境效率时间序列演化趋势

基于 Super-SBM 模型得到 2006—2018 年全国及三大沿海经济区考虑非期望产出海洋环境效率历年均值，如图 1 所示。

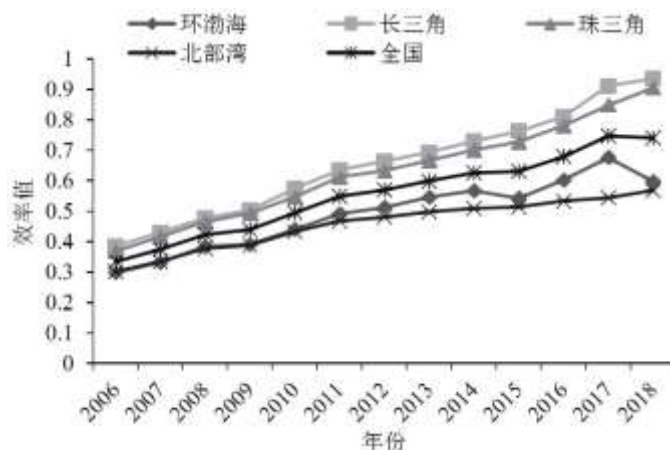


图 1 2006—2018 海洋环境效率历年均值

由图 1 可以看出，整体上全国海洋环境效率呈上升态势。长三角经济区的海洋环境效率处于全国领先水平，由 2016 年的 0.384 逐年提高到 2018 年的 0.935。珠三角经济区次之，海洋环境效率水平逐年稳定增长，2018 年达到 0.905。环渤海经济区海洋环境效率水平低于全国均值，且末期波动较大，在 2017 年最高，2018 年下降到 0.597。北部湾地区的效率最低，逐年小幅上升，2018 年达到 0.568。

究其原因，长三角经济区包含上海、江苏和浙江三个海洋大省（市），各地政府实施“共同但有区别的污染减排政策”，海洋生态环境治理取得明显进展，尤其是近年来各地入海污染物在递减前提下对总量进行严格控制，海洋生态环境改善显著。珠三角经济区地区包含福建、广东，在海洋经济规模、海洋产业发展和海洋科技等方面具有很大优势，两地在“十一五”期间以环保优化经济增长、坚持不懈的治污攻坚，拉动整个珠三角地区海洋环境效率提升。北部湾经济区包含广西和海南，海洋环境效率增速较低，主要由于当地海洋经济发展程度较其他地区有一定差距，加之风暴潮等自然灾害频发等因素，制约了当地环境效率水平提升。环渤海经济区包含辽宁、河北、山东和天津，渤海海水循环能力较差，呈半封闭状态，海洋生态系统脆弱，随着城市化进程加快和海洋工业制造业飞速发展，对于沿岸环境污染未能及时治理，导致环境效率低于全国平均水平。

2.3 海洋环境效率空间格局演化分析

参考 Sun 等^[27]的研究，将效率等级划分为：高效率（ $\rho^* \geq 0.8$ ）、中效率（ $0.5 \leq \rho^* < 0.8$ ）和低效率（ $\rho^* < 0.5$ ）。选取 2006 年、2009 年、2011 年、2015 年、2016 年、2018 年海洋环境效率截面数据，使用 ArcGIS10.2 软件绘制中国沿海地区海洋环境效率空间格局图，如图 2 所示。

由图 2 可以看出，2006 年为“十一五”规划首年，各地环境效率以低效率为主，上海当年海洋环境效率值最高（0.475），辽宁最低（0.235）。2009 年与 2006 年相比，各地海洋环境效率均有一定幅度提升，其中，江苏、上海和广东步入中效率梯队，没有高效率水平省份。2011 年，各地海洋环境效率不同幅度提升，中效率水平地区增至 7 个，空间上呈现“南高北低”分布特征。2015 年，江苏和上海两地达到高效率水平，辽宁和广西效率最低，其他省份均处于中效率水平，初步形成了“中部高南北低”的空间特征。2016 年，全国海洋环境效率水平进一步提升，天津、江苏、上海和广东都进入高效率水平梯队，辽宁与河北效率水平有所下降，处于低效率水平，其他地区处于中效率水平。研究末期 2018 年，天津、江苏、上海和广东效率值稳定增加且一直保持高效率水平，只有辽宁效率水平小幅上升但始终处于低效率水平，河北、浙江、福建、山东、广西和海南都在中效率水平区间内小幅波动。总体来看，全国沿海地区海洋环境效率空间格局基本形成，从“以中、低效率为主”的分布特征逐步转化为“环渤海围绕天津，长三角围绕上海、江苏，泛珠三角围绕广东”的三极空间分布格局，这是各地区努力兼顾发展海洋经济与保护海洋环境的结果。

依据效率水平演化趋势，将海洋环境效率区域差异沿海省份划分为三个区间：

高效区。包括天津、上海、江苏和广东。上述地区在“十三五”期间较早转变发展路径，提倡海洋经济可持续发展，海洋经济飞速发展的同时，对污染排放的治理力度不断加强，在由传统向绿色海洋发展转型的道路上步伐加快，带动周边地区海洋环境效率水平共同提升。

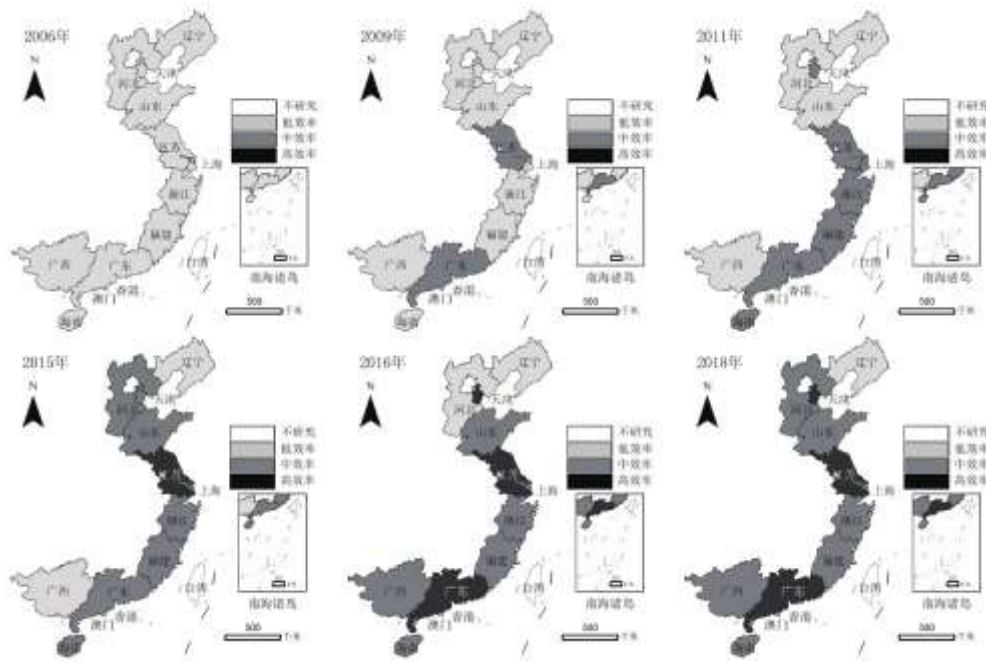


图2 海洋环境效率空间格局

注：底图来源于自然资源部标准地图服务网站，审图号为GS(2016)1595号，底图无修改。

中效区。河北、山东、浙江、福建、海南和广西在研究期间都完成从低效率向中效率转化。上述地区在研究期间，效率水平稳定上升，有较大的提升空间，在坚持陆海统筹、做大做强海洋经济的同时要加强生态环境保护，有望在未来迈入高效率水平梯队。

低效区。重工业基础雄厚的辽宁省在研究期内效率水平虽波动上升但始终处于低效率水平。辽宁省是传统海洋大省，有着深厚的工业发展基础，但随着辽宁资源型经济的发展和工业化进程加快，工业污染的问题日益严重，海洋产业结构不合理。

3 海洋环境效率影响因素分析

3.1 空间自相关检验

使用 Stata15 软件计算基于考虑地理与经济因素的权重矩阵的 2006—2018 年沿海 11 省份海洋环境效率全局 Moran' sI 指数。

结果表明，2006—2018 年，海洋环境效率的全局 Moran' sI 值均通过了 5%的显著性水平检验，Moran' sI 均大于零，且 Moran' sI 指数值整体呈上升趋势，这证明了沿海 11 省份海洋环境效率存在正向空间自相关性且相关性逐渐增强，本研究使用

空间计量模型是合理的。

为了进一步观测海洋环境效率在空间上的集聚程度，绘制 2015 年局部 Moran' sI 散点图，如图 3 所示。

由图 3 可以看出，处于第一象限的沿海地区有福建、浙江、江苏和上海，即这些海洋环境效率高的地区被其他高效率地区环绕，即高-高聚集（HH）；处于第二象限的地区只有山东，即属于低效率的山东被其他高效率地区环绕，即低-高聚集（LH）；处于第三象限的地区包括辽宁、广西、海南和河北，即上述低效率被其他低效率地区环绕，即低-低集聚（LL）；处于第四象限的有天津和广东，即这些海洋环境效率高的地区被其他低效率地区环绕，即高-低集聚（HL）。沿海省份主要在第一、三象限中集聚，说明海洋环境效率在沿海省市间存在着“高高集聚、低低集聚”的空间关联性。

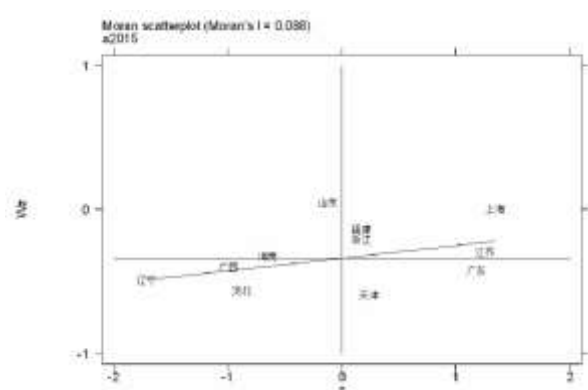


图 3 2015 年海洋环境效率局部莫兰散点图

3.2 空间杜宾模型回归结果分析

3.2.1 空间面板回归结果分析

对模型进行 Hausmantest 得出结果为 22.78，在 1%水平下显著，故选用固定效应。LRtest 和 Waldtest 都在 5%的水平上显著，说明空间杜宾模型无法退化为空间滞后模型和空间误差模型。上述结论表明固定效应的空间杜宾模式的拟合程度最高。

空间自回归系数（rho）为-16.298，且在 1%水平下显著，说明海洋环境效率有明显的负向溢出效应，这是由于各沿海地区不是封闭的个体，污染物通过海水、大气等传播方式向周边扩散，且对环境进行治理的过程中会使污染企业向周边转移，对邻地海洋环境造成负外部性。因此，要提升整体海洋环境效率，需要对沿海地区联合治理。

（1）海洋科技投入、海洋科研发展水平、港口活跃度和地区经济发展水平的回归系数显著为负，即上述解释变量对海洋环境产生抑制作用。海洋科技投入、科研水平未能促进海洋环境效率的提高，这是因为当前各地对于海洋环境方面的科研人才投入虽逐年增长，但在涉海就业人数中占比仍然较低，对环境改善带来的实际作用不大，且海洋环境的技术进步大多源于对外来技术的学习而不是内生的创新，因此尚未对我国海洋环境效率产生理想的拉动作用。

（2）海洋经济规模回归系数显著为正，说明海洋经济规模对于本省海洋环境效率的增长具有正向影响，蓝色经济发展水平高的地区，对于环境重视程度越高，资金等支持力度越大，为各地海洋环境效率的改善提供了充足的经济基础，环境效率的改善又可以拉动当地蓝色经济快速升级，形成了双向促进的良性循环。

(3) 对外开放程度、海洋产业结构和海洋环境规制对于本省海洋环境均没有显著影响,可能因为对外进出口呈现疲软态势,一味引进外商投资已经无法给沿岸带来预期收益。人均 GDP 的提升对环境造成压力加剧,单位经济价值的增加需要牺牲更大的环境代价。海洋第三产业的占比扩大对沿海地区环境的改善作用不明显。当前海洋环境治理投资总量低,在“先污染,后治理”的模式下,对于海洋环境规制在短期内效果难以显现,过于严苛的规制力度不仅投入成本大,还会抑制从事海洋生产活动的企业扩大生产能力。

3.2.2 溢出效应分析

由于空间杜宾模型是非线性的,回归系数不足以体现解释变量对海洋环境效率的影响,因此参照 Lesage & Pace^[28]偏导矩方法将模型划分为直接效应、间接效应和总效应。直接效应指解释变量对省内海洋环境效率的影响,间接效应或空间溢出效应指解释变量对邻省的影响,总效应为二者之和所示。

可以看出:(1)海洋科技投入和海洋科研发展水平和港口活跃程度的对本地直接效应显著为负,对邻地间接效应显著为正。当地的科研投入增加使得成本增加从而降低效率水平,但相邻省份会因技术转移和经验的推广而受益,即“搭便车”效应。港口活跃程度直接效应(0.204)的估计系数小于间接效应(0.218),说明港口货物吞吐量越大对当地沿岸环境产生的压力越大,但减轻了邻省污染排放。(2)海洋经济规模直接效应显著为正,空间溢出效应显著为负,且直接效应(0.175)比空间溢出效应(0.166)的估计系数更大,可能是由于沿海省份之间在海洋经济活动中存在竞争关系,当某地海洋经济形成规模效应时,会对其他地区形成“虹吸效应”,而抑制其他地区同产业的发展。(3)对外开放程度、海洋产业结构、地区经济发展水平和海洋环境规制力度的直接效应和间接效应均不显著。

3.3 稳健性检验

为检验回归模型结果的稳健性,引入空间滞后模型和空间误差模型进行比较,得到的回归结果与 SDM 模型结果总体上保持一致,说明本研究具有稳健性。

4 结论与建议

4.1 结论

本文采用熵值法构建非期望产出指数,结合考虑非期望产出的 Super-SBM 模型测算并研究我国沿海地区 2006—2018 年海洋环境效率,再通过兼顾地理、经济因素的权重矩阵构建空间杜宾模型进一步分析海洋环境效率的影响因素及空间溢出效应,以期为我国海洋环境效率水平的提升提供科学依据。主要得出以下结论:

(1)不考虑非期望产出的海洋环境效率明显大于将非期望产出考虑在内的海洋环境效率值,因此纳入非期望产出是更符合实际的。(2)从时间序列演变趋势看,目前我国海洋环境效率研究期内呈上升趋势,长三角及珠三角地区环境效率高于全国平均水平且增速快,环渤海及北部湾地区海洋环境效率低于全国平均水平且增速慢。(3)从空间格局演化趋势看,从“以中、低效率为主”的分布特征逐步转化为“环渤海围绕天津,长三角围绕上海、江苏,泛珠三角围绕广东”的三级空间分布格局。(4)海洋环境效率具有负向空间溢出性;海洋科技投入、海洋科研水平和港口活跃度对本省环境效率有显著的负向影响,对邻省环境效率提升有明显的促进作用;对外开放程度、海洋产业结构和海洋环境规制对于本省及邻省环境效率均无显著影响;海洋经济规模对本省环境效率具有显著的正向影响。

4.2 建议

针对上述结论,提出以下建议:(1)我国各沿海地区海洋环境效率差异大,中、低效区应加快转变传统经济发展模式,结合当地发展优势,制定配套措施补短板,当地政府对污染排放加强管制,以取得海洋环境效率提升,从而缩小各地差异,实现均衡发展。(2)海洋环境治理应发挥区域联动作用,制定符合区域整体情况的海洋环境效率治理方案,高效区发挥带头作用,低效区主动向邻近地区积极交流治理经验与技术,发挥“涓滴效应”从而缩小区域间海洋环境效率差异。(3)鉴于各影响因素对海洋环境效率的作用存在异质性,应加大海洋科研投入,引进高层次人才与技术,切忌盲目模仿外来技术,提高自主创新能力,积极实施创新驱动发展战略。应持续推进海洋产业转型升级,优化产业结构布局,发展绿色港口运营模式。同时,要加大环境规制治理力度,确保环境规制的有效实施,从源头控制污染排放。

参考文献:

- [1]王宏.海洋强国建设助推实现中国梦[N].人民日报,2017-11-20(07).
- [2]WBCSD.Eco-efficiency leadership for improved economic and environmental performance[R].Geneva:WBCSD,1996.
- [3]Schaltegger S,Sturm A.Ökologische rationalität:Ansatzpunkte zur ausgestaltung vonökologieorientierten management instrumenten[J].Die Unternehmung,1990,44(4):273-290
- [4]Ren W,Ji J,Chen L,et al.Evaluation of China' s marine economic efficiency under environmental constraints-An empirical analysis of China' s eleven coastal regions[J].Journal of Cleaner Production,2018,184:806-814.
- [5]曹乃刚,赵林,贾建琦.基于 RESSIC 框架的中国海洋经济发展质量测度与影响因素分析[J].地理与地理信息科学,2021(4):106-112.
- [6]任传堂,韦素琼,游小珺.价值链视角下福建省渔业经济效率与影响因素对比[EB/OL].(2021-11-15).<https://web02.cnki.net/kmobile/Journal/detail/JRKJ/ZGNZ20210831007>.
- [7]盖美,聂晨.环渤海地区生态效率评价及空间演化规律[J].自然资源学报,2019(1):104-115.
- [8]王泽宇,张梦雅,王焱熙,等.中国海洋三次产业经济效率时空演变及影响因素分析[J].经济地理,2020(11):121-130.
- [9]邹玮,孙才志,覃雄合.基于 Bootstrap-DEA 模型环渤海地区海洋经济效率空间演化与影响因素分析[J].地理科学,2017(6):859-867.
- [10]郭四代,仝梦,郭杰,等.基于三阶段 DEA 模型的省际真实环境效率测度与影响因素分析[J].中国人口·资源与环境,2018(3):106-116.
- [11]王瑞,诸大建.中国环境效率及污染物减排潜力研究[J].中国人口·资源与环境,2018(6):149-159.
- [12]曾贤刚,牛木川.高质量发展下长江经济带生态效率及影响因素[J].中国环境科学,2020(2):906-918.
- [13]吕晓剑,邓秋玮.山东省大气环境效率时空分异与影响因素分析——基于超效率 SBM 模型和 GML 指数[J].生态经济,2020(12):193-199.

-
- [14]张茱楠, 张兰婷, 韩立民. 农业生态效率评价及提升路径研究——基于山东省 17 个地级市的实证分析[J]. 生态经济, 2021(4):118-124.
- [15]张然, 曹雅慧, 陈东景, 等. 黄河流域异质性环境规制对生态福利绩效作用机理及效应研究[J]. 林业经济, 2022(1):34-49.
- [16]盖美, 刘丹丹, 曲本亮. 中国沿海地区绿色海洋经济效率时空差异及影响因素分析[J]. 生态经济, 2016(12):97-103.
- [17]狄乾斌, 梁倩颖. 中国海洋生态效率时空分异及其与海洋产业结构响应关系识别[J]. 地理科学, 2018(10):1606-1615.
- [18]狄乾斌, 徐礼祥. 科技创新对海洋经济发展空间效应的测度——基于多种权重矩阵的实证[J]. 科技管理研究, 2021(6):63-70.
- [19]Sun J, Miao J, Mu H, et al. Sustainable development in marine economy: Assessing carrying capacity of Shandong province in China[J]. Ocean & Coastal Management, 2022, 216:105981.
- [20]赵林, 张宇硕, 吴迪, 等. 考虑非期望产出的中国省际海洋经济效率测度及时空特征[J]. 地理科学, 2016(5):671-680.
- [21]孙振清, 鲁思思, 刘保留. 省级区域生态效率评价及提升路径研究——基于超效率 SBM 模型和 Tobit 回归[J]. 生态经济, 2021(1):124-129.
- [22]Tone K. A slacks-based measure of super-efficiency in data envelopment analysis[J]. European Journal of Operational Research, 2002, 143(1):32-41.
- [23]何广顺, 王晓惠, 周洪军, 等. 海洋生产总值核算方法研究[J]. 海洋通报, 2006(3):64-71.
- [24]张军, 章元. 对中国资本存量 K 的再估计[J]. 经济研究, 2003(7):35-43.
- [25]孙鹏, 宋琳芳. 基于非期望超效率-Malmquist 面板模型中国海洋环境效率测算[J]. 中国人口·资源与环境, 2019(2):43-51.
- [26]成刚. 数据包络分析方法与 MaxDEA 软件[M]. 北京: 知识产权出版社, 2014
- [27]Sun C, Wang S, Zou W, et al. Estimating the efficiency of complex marine systems in China's coastal regions using a network Data Envelope Analysis model[J]. Ocean & Coastal Management, 2017, 139(4):77-91.
- [28]Lesage J P, Pace R K. Introduction to spatial econometrics[M]. Boca Raton: CRC Press, 2009.